

党员干部科学素养丛书

材料科技

《党员干部科学素养丛书》编委会 编
徐 凯 杨 虹 编著

党建读物出版社
中国科学技术出版社

部科学素养丛书



材料科技

执行主编 黄明哲 段伟文
编 著 徐 凯 杨 虹

党建读物出版社
中国科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

材料科技/《党员干部科学素养丛书》编委会编著.
北京:党建读物出版社;中国科学技术出版社,2004
(党员干部科学素养丛书)
ISBN 7-80098-694-2

I.材... II.党... III.材料科学—干部教育—学习
参考资料 IV.TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 000345 号

责任编辑:肖叶 叶子 封面设计:少华

党建读物出版社
中国科学技术出版社 出版发行

(北京市海淀区万寿路西街甲 7 号 邮编:100036 电话:010-68219430
北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮编:100081 电话:010-62103210)
新华书店经销 河北省保定市印刷厂印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 印张:7.375 字数:176 千字
2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷
印数:1—3000

ISBN 7-80098-694-2/D·569

定价:15.00 元

本社版图书如有印装错误可随时退换(电话:010-68278452)

《党员干部科学素养丛书》编委会

主 任 黄翠芬

编 委 (按姓氏笔画为序)

编 写 组

马瑞民	李 士	李平安	肖 叶
罗 哲	颜 实	戴明华	
黄明哲	段伟文	王俊 买	乌拉江
罗 曼	吕献海	韩宝燕	肖显静
徐 凯	张继清	任旭刚	徐 华
刘仲华	陈 科	周智高	陈 方
刘宝村	李 红	曹新宇	张天龙
段天涛	刘新城	区庭高	刘成有
朱承钢	晏 波	张 慧	朱虹菲
尚修国	宋瑞勇	于春刚	张永华
王曙光	韩 贤	桑瑞星	姜一兵
胡迎新	郑新广	邓 凯	游 海
赵晓光	付晓东	付常文	赵 伟
孙 水	黄粤涛	李 旭	唐 雨
史学通	薛东阳	林 培	许 英
杨 虹			
徐 凯	杨 虹		

本书执笔

丛书策划	肖 叶	罗 哲
责任编辑	肖 叶	叶 子
封面设计	少 华	
责任校对	张林娜	

总序

走近科学 拥抱时代

周光召*

我们所处的时代，经济全球化的态势愈益显著，科技创新越来越成为推动社会进步与文明演替的首要力量。党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标；十六届三中全会进一步强调，以科学发展观推进社会主义现代化建设，坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济、社会和人的全面发展。建设小康社会，首先必须发展先进生产力、培育先进文化，其基础是充分依靠科技进步与科技创新。坚持科学发展观，要做到“六个注重”：注重先进生产力的培育和提高；注重以人为本的全面发展；注重人与自然的和谐；注重“人口、资源、环境、发展”四位一体的总协调；注重三大文明的整体推进；注重人民生活质量的持续提高。而不论是小康社会蓝图的实现还是科学发展观的确立，都必须以提高全民素质特别是科技素养为出发点和归宿，在全社会努力营造崇尚科学的氛围，矢志不移地坚持科教兴国战略、人才强国战略，大力推进决策的科学化和民主化，进而形成科学、文明、健康的生活方式，建立全民学习、终身学习的学习型社会，促进人的全面发展。

科学素养是全民素质的主要构成要素，更是广大党员干部必须具备的基本素质。科学精神、科学知识、科学思想和科学方法，作为认识世界和改造世界的重要工具，影响着人们的世界观、人生观和价值观，其成果构造了人类文明进步的基石，其精粹凝

* 周光召同志系中国科学技术协会主席。

聚着人类文化的宝贵财富。当前，国家正在编制《国家中长期科学和技术发展规划》，以确立未来 15 年我国科技发展战略、目标、任务和政策。同时，正在启动实施的《全民科学素质行动计划》（《2049 计划》），提出了力争在 2049 年中华人民共和国成立 100 周年时，实现人人具备科学素质的目标。广大党员干部应该在这一世纪性的战略行动中充分发挥模范带头作用。在全面建设小康社会的伟大历程中，广大党员干部不仅要了解科学知识，还要了解科学思想、科学方法和科学精神；既要了解科技创新对人类文明进步的巨大推动作用，也要明白滥用科技对人类带来的不良影响，坚决反对那些惟利是图、利用科技做对人类造成危害的事情，努力规避由短视行为和主观意志所导致的各种危机和失误。

提高党员干部的科学素养，首先需要不断地学习和宣传。学习宣传的方式可以是多种多样的，其中，组织出版有针对性的科普教育著作是一种影响面宽、作用深远的方式。《党员干部科学素养丛书》是一套很有特色的科学普及读本。它针对目前国家建设和社会发展中涉及较多的科学技术领域，针对广大党员干部的需要，主要从科学技术应用的角度，用通俗易懂的文笔来介绍高新科技的新进展，深入浅出地阐发由此带来的新知识、新方法、新思想、新精神。“科学技术如何转化为先进生产力、如何体现为先进文化、如何影响科学发展观”，是这套丛书的主题。这不仅能为党员干部所接受，也一定能为广大群众喜闻乐见。科学技术需要不断的创新，普及科学技术知识的方式也在创新，丛书在这方面的努力是值得称道的。如果这种以提升广大党员干部科学素养为目标的科普工作能够落到实处，并持之以恒，将会对提高全民族的科学素养起到不可低估的推进作用。

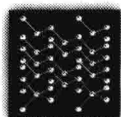
让我们走近科学，拥抱以人为本、全面发展的新时代！

2004 年 5 月

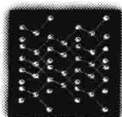
目录

一、材料——人类历史进程的缩影	(1)
1. 材料与人类的不解之缘	(1)
2. 新材料——现代科学技术的先锋	(6)
3. 高新技术材料的新发展	(10)
二、古老而又年轻的金属材料	(13)
1. 金属材料的大家庭	(13)
2. “飞行金属”——铝合金	(16)
3. 年轻有为的钛合金	(18)
4. 轻量级的冠军——锂合金	(21)
5. 有记忆力的合金	(26)
6. 稀土材料	(28)
7. 超能量裂变的铀	(32)
三、大显身手的电子材料	(35)
1. 信息产业、信息化社会和电子材料	(35)
2. 电子工业的重要基础材料——半导体材料	(36)
3. 信息时代的“神经”——光导纤维材料	(39)
4. 磁性材料	(45)
5. 电子陶瓷材料	(52)
6. 纳米电子材料	(56)
四、人工晶体材料面面观	(59)
1. 晶体与非晶体	(59)
2. 神奇的人造钻石——金刚石	(61)
3. 人工晶体家族中的新宠儿——闪烁晶体	(65)
4. 激光晶体材料与激光	(68)





5. 光折变晶体	(72)
6. 有趣的压电晶体	(74)
7. 热释电晶体	(76)
五、划时代的纳米材料	(77)
1. 纳米技术与纳米材料	(77)
2. 纳米材料的应用	(82)
3. 令人耳目一新的纳米产品	(89)
六、21 世纪的新材料——高分子材料	(95)
1. 世纪发现——高分子材料	(95)
2. 高分子材料的开发与研究	(98)
3. 中国高分子材料熠熠生辉	(101)
4. 展望 21 世纪的高分子材料	(104)
七、神通广大的超导材料	(110)
1. “超导”的发现	(110)
2. 超导材料在交通上的应用——神奇的超 导磁悬浮列车	(112)
3. 超导材料在军事上的应用	(118)
4. 超导材料的其他应用	(122)
5. 超导材料的应用前景	(124)
八、前景广阔的复合材料	(129)
1. 从我国先进战斗机“歼-10”谈起	(129)
2. 别具特色的碳纤维增强材料	(130)
3. 新型陶瓷基复合材料	(133)
4. 碳-碳复合材料	(136)
5. 复合材料在军事领域的应用	(137)
九、奇妙的液晶材料	(148)
1. 液晶材料概述	(148)
2. 显示材料新贵——液晶	(152)
3. 神奇的液晶时装	(156)



4. 神奇的凯夫拉材料——溶致液晶的应用	(158)
十、奇特的陶瓷材料	(161)
1. 发动机中的陶瓷材料	(162)
2. 陶瓷刀具	(166)
3. 压电陶瓷——信息时代的新型材料	(170)
4. 陶瓷材料的其他应用	(173)
十一、大有作为的生物医用材料	(177)
1. 医用陶瓷	(177)
2. 新型生物医用高分子材料	(180)
3. 纳米医用材料	(187)
4. 前景广阔的医用复合材料	(191)
5. 血液净化材料	(192)
十二、世人瞩目的生态环境材料	(194)
1. 天然材料	(194)
2. 循环再生材料	(196)
3. 环境工程材料	(197)
4. 可降解高分子材料	(202)
5. 生态建材	(204)
6. 绿色包装材料	(207)
十三、新能源材料	(211)
1. 高能储氢材料	(211)
2. 环保电池材料	(215)
3. 燃料电池材料	(220)
4. 新型太阳能电池材料	(225)



一、材料——人类历史进程的缩影

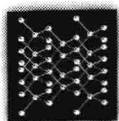
1. 材料与人类的不解之缘

材料是人们用来制造有用物件的物质。人们的生活和生产处处都离不开材料。拿日常生活来说，我们穿的衣物是由棉、麻、毛、化学纤维等纺织材料制成的，居住的房屋是由水泥、钢筋、木材等建造的，吃饭用的餐具、出门乘坐的汽车是用塑料、铁、钢、铜等材料制成的。可以说，人类的衣、食、住、行都和材料密切相关。而人们从事生产活动所使用的生产工具也是由各种材料制成的。比如，工人使用的许多机器设备、农民使用的许多机械化设备都是用钢铁等材料制成的。

当我们回顾人类几千年的文明史时，会发现材料在其中占据着十分重要的地位。材料通常被视为人类历史进程的缩影和社会进化的里程碑，因为对于材料的认识和利用能力，往往决定着社会的形态与人类生活的质量。自人类诞生以来，就与材料结下了不解之缘。正因如此，历史学家根据材料及其技术对推动人类社会发展的作用，将人类历史划分为石器时代、青铜时代、铁器时代等。

早在几百万年以前的石器时代，原始人在和恶劣的自然环境作斗争中，逐渐学会了用石块作锤子，在石块上打下一些石片，中间剩下石核，这些石核和石片就是原始人广泛使用的石器工具。20世纪50年代，我国考古工作者在山西丁村遗址发现了许多个体较大的石器，如尖状器、砍砸器等





(图 1-1)。相对于打制石器，磨制石器就是将石器的表面磨光，并磨出刃部。我国考古工作者在山东龙山文化遗址发现了用石头磨制的斧、铲（图 1-2），个体较大而平整，是磨制石器的精品。这表明原始人对材料有了新的认识。



图 1-1 丁村遗址发现的石器
1、2.两面砍砸器 3.三棱大尖状器

随着人类的不断进化,在经历了漫长的摸索之后,人类在使用火的过程中学会了烧制陶器。如在山东泰山附近出土的彩陶壶就证明几千年前的人们已掌握了烧制技术(图 1-3)。陶器材料的使用是人类发展史上的一大进步,它促进了人类体力和智力的进化。通过烧制各种类型的陶器,人们积累了大量的经验,也逐渐学会了冶炼技术。随着青铜、铁质材料的广泛使用,人类从此进入青铜器时代、铁器时代。

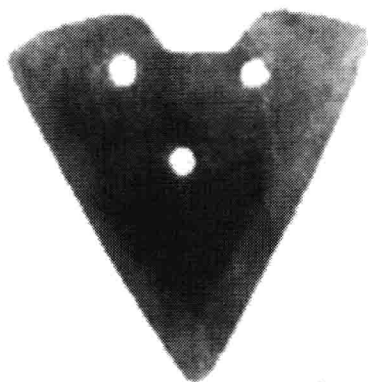
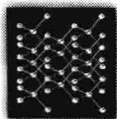


图 1-2 龙山文化遗址发现的石器

青铜是铜与锡或铅熔铸而成的合金，因为以铜为主，颜色呈青色，故名青铜。青铜熔点在 $700 \sim 900$ 摄氏度之间，硬度较高。我国是世界上青铜器和铁器发明最早的地区之一，我国的青铜时代大致相当于历史上的夏、商、西周和春秋。安阳殷墟出土了许多这一时期的青铜器(图 1-4)。

人类在石器时代是单纯以岩石为原料制成工具，而在青铜时代，人类能够从矿石中提取金属再用它去制造工具，这是生产力发展到一个新阶段的标志，也是科学技术进步的一个重要标志。

大约 4000 年前，人类开始掌握冶炼铁的技术，此后的 1000 多年，不少民族学会冶炼铁，于是，铁器时代到来。铁在自然界分布极广，是地壳的重要组成元素之一。古埃及、印度等国家都先后掌握了冶铁技术。我国最早的关于使用铁制工具的文字记载是《左传》中的晋国铸铁鼎。在春秋时期，我国已经在农业、手工业生产上广泛使用了铁器。铁器材料坚硬、韧性高、锋利，胜过石器和青铜器材料。铁器



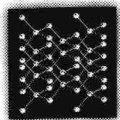


图 1-3 山东出土的彩陶罐

材料的广泛使用极大地提高了生产力，推动了人类社会进步。

随后，钢铁时代的来临造就了人类社会的工业文明。人们使用钢铁材料利用机械工艺发明了蒸汽机，而蒸汽机的发明又带动了纺织、机械、交通、电力、采矿、冶金等工业的大发展。因此，钢铁的出现引发了 18 世纪的第一次工业革命，为最终实现由工场手工业向机器大工业的变革提供了强大的杠杆。钢铁时代的到来意味着人类生产方式的重大变革，钢铁材料为人类带来了巨大的物质财富。

从原始社会的石器时代逐步进化到青铜时代，人类由蒙



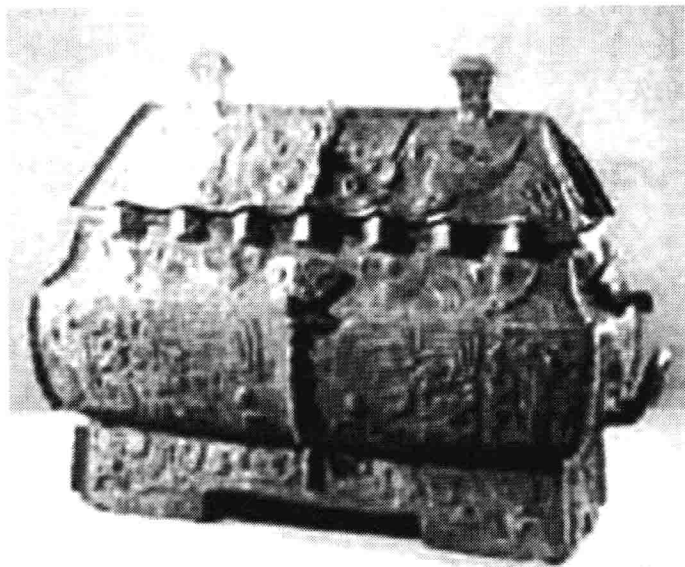
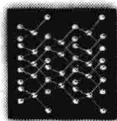


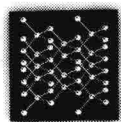
图 1-4 殷墟出土的青铜器

昧走向开化；铁器时代的到来，将人类带入了农业社会；而钢铁时代的来临，又造就了人类的工业文明。材料的每一步发展，都推动和见证了历史的进步，创造了人类更美好的生活。正是因为有各种各样的材料，我们的世界才会如此丰富多彩。

人类文明史，从某种意义上讲，也可以称为世界材料史。综观人类从石器时代、青铜时代到铁器时代、钢铁时代的历史发展轨迹，我们不难发现材料在社会进步中的巨大作用。几乎每一种新材料的发现和利用，都把人类改造自然的能力向前大大地推进了一步，给社会生产与人类生活带来了巨大改变，把人类文明推向了前进。

因此，材料在人类社会的发展中起到了极为重要的作用，它是人类社会进步的物质基础，人类社会的发展、进步





和材料的发展、进步是分不开的。人类社会跨入了 21 世纪，科技发展一日千里，新材料层出不穷，逐渐成为现代科学技术的先锋。

2. 新材料——现代科学技术的先锋

什么是新材料

什么是新材料呢？简单地说，新材料是指那些新出现的、具有传统材料所不具备的优异性能和特殊功能的材料。

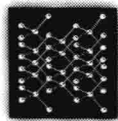
铜、铁、钢等金属材料是人们熟悉的传统材料，它们在日常生活中十分常见。实际上，金属材料包括纯金属和它们的合金。相对于纯金属而言，科学工作者开发的新型、高性能的金属材料，如高温合金、高强度钢就是新材料。现代飞机的大型化、高速化，对喷气发动机所用材料的要求更加苛刻，目前涡轮发动机的燃气入口处的温度达到 1400 摄氏度左右，传统金属材料根本不可能承受，但是高温合金就可以在这样高的温度下工作。此外，高强度钢也是航天航空工业和兵器工业不可缺少的重要材料。

从这里我们可以看出，新材料在传统材料基础上发展而成，传统材料可以经过组成、结构、设计上的改进，在性能提高上获得重大突破，从而发展成为新材料。

此外，也可以采用新工艺和新技术合成，开发出具有各种新的和特殊功能的材料。

例如，人工合成高分子材料就是利用化学技术和新工艺人工合成的。像我们广泛使用的塑料、合成橡胶、有机玻璃、化学纤维等，它们具有天然高分子材料所不具备的性能和功能。比如，普通玻璃是由石灰石、石英砂等原料经高温熔烧制成的，它虽然比较坚硬、耐腐蚀、耐热，但是强度不





够，经撞击后易碎；而高分子有机玻璃的强度就高得多，三层这样的玻璃与胶片经过预热压黏合而组成的夹层玻璃，就可以成功地抵御子弹及子弹击碎的玻璃碎片的穿透，成为防弹玻璃。

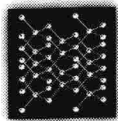
目前，世界上的传统材料已有几十万种，而新材料正以每年大约 5% 的速度增长。现今全世界已有 800 多万种人工合成的化合物，而且每年还以 25 万种的速度递增，其中有相当一部分就是新材料。

新材料——现代科学技术的先锋

现代科学技术的发展和创新极大地推动了生产力的发展；而新材料在种类上的扩展和功能上的发掘，以及它的广泛应用，又有力地推动了科技的发展。新材料已经成为现代文明社会的物质基础和先导，是现代科学技术的先锋。

从科学技术发展的历史看，一种崭新技术的实现往往需要新材料的支持。例如，在航空航天领域，人们早就知道了喷气发动机与螺旋桨发动机相比有很多优点，但由于没有材料能承受喷射出的燃气的高温，使这种理想只能是空中楼阁。直到 1942 年制成了耐热合金新材料，才使喷气发动机的制造得以实现，进而推动了航空航天事业的发展。同样，如果没有 1970 年制成的使光强度衰减降低到可以实用的光导纤维，也不会有现代的光通信；如果不能制成高纯度大直径的硅单晶，就不会有高密度集成电路，也不会有今天如此先进的计算机和一切电子设备。实际上，新材料已成为各个高技术领域发展的突破口，并在很大程度上影响了新兴产业的发展进程。没有新材料的开发应用，便谈不上发展新的技术产品，也就没有产业进步。我们可以从距我们最近的第三次科技革命的兴起和发展来体会这一点。





第二次世界大战以后开始的新科技革命，是人类文明史上继蒸汽技术革命、电力技术革命之后的又一次重大飞跃。它以电子计算机和空间技术的广泛应用为主要标志，而先进的新材料可以称为第三次科技革命的先导。

众所周知，1946年美国制造了第一台电子计算机（名叫“埃尼阿克”），它由 17468 个电子管、6 万个电阻器、1 万个电容器和 6000 个开关组成，重达 30 吨，占地 160 平方米，每秒运算 10 万次。而当人们发明了半导体材料后，广泛用于制造大规模集成电路和超大规模集成电路，使得计算机处理器和存储器上的元件越做越小，数量越来越多，计算机的运算速度和存储容量迅速增加。目前，先进计算机每秒能进行数万亿次的计算；同时，微型计算机走进了千家万户，以计算机为基础的互联网得以迅猛发展。可以想像，如果没有电子材料的发展，特别是半导体材料的快速发展，这一切是不可能实现的。

当前，半导体材料和微电子技术的新进展进一步提高了电子计算机集成电路的集成度，并以大约每 3 年翻两番的速度发展。这使得速度更快、性能更强、体积更小的电子新产品不断涌现。

苏联于 1957 年 10 月 4 日先于美国发射了第一颗人造卫星，就是因为他们率先解决了卫星所用的各种材料问题，进而取得了空间技术的突破。事实上，航空材料、空气动力系统、推进系统、航空电子是现代航空航天的四大基础技术。而航空材料是空间技术的重要基础之一，新材料的发展为人类的航空、航天事业提供了强度更高、刚性更好、质量更轻的新型材料。在航天飞机从太空返回大气层时，机身和大气摩擦产生的温度高达 2000 摄氏度，一般的材料难以承受这样高的温度。材料工作者发明的碳纤维增强材料就能耐高温、耐腐蚀。同时，由碳纤维和环氧树脂结合